



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap

Har Transkutan Elektrisk Nervstimulering en smärtlindrande effekt hos hund med avseende på viktfordelning och grad av fysisk aktivitet??

Does Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation have a pain relieving effect in dogs, with regard to weight distribution and amount of physical activity?

Linn Dadell

*Uppsala
2019*

Har Transkutan Elektrisk Nervstimulering en smärtlindrande effekt hos hund, med avseende på viktfordelning och grad av fysisk aktivitet?

Does Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation have a pain relieving effect in dogs, with regard to weight distribution and amount of physical activity?

Linn Dadell

Handledare: Anna Bergh, institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Anja Pedersen, institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Agneta Egenvall, institutionen för kliniska vetenskaper

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0869

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Hälta, Hund, Tryckmättningsmatta, Aktivitetshalsband, TENS, Transkutan Elektrisk Nervstimulering

Key words: Lameness, Dog, Pressure mat, Accelerometer, Activitymonitor, TENS, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

SAMMANFATTNING

Osteoartros är den vanligast förekommande ledsjukdomen hos hund. Denna sjukdom behandlas vanligen med icke-steroida antiinflammatoriska läkemedel (NSAID). Då ingen substans är biverkningsfri är alternativ till läkemedelsbehandling önskvärda. Icke farmakologiska alternativ är bland annat massage, terapeutisk träning och transkutan elektrisk nervstimulering (TENS).

Syftet med denna studie var att undersöka om behandling med TENS har en smärtlindrande effekt, utvärdering skedde med tryckmätningssmatta och aktivitetshalsband.

Tryckmätningssmatta är en teknik som används vid rörelseanalys där det vertikala trycket som hunden utvecklar mot mattan registreras. Tekniken innebär att data erhålls från varje tassavtryck. Hälta kan bedömas även när den är svår att se vid en visuell hältbedömning. Ett annat sätt att registrera den eventuellt smärtlindrande effekten är att mäta fysisk aktivitet. En teknik för att objektivt mäta fysisk aktivitet är aktivitetsmonitorer. Korrelation mellan försämring av sjukdom och minskad fysisk aktivitet har setts i publicerade studier.

TENS-behandlingen kan varieras genom att ändra frekvens, duration och intensitet på strömmen som går från TENS-apparaten till djuret. Många studier har sett en smärtlindrande effekt av TENS-behandling medan några studier inte har sett någon smärtlindring. TENS smärtstillande förmåga tros verka genom modulering av nervsignalen samt via opioidreceptorer och på så sätt verka både lokalt och generellt i kroppen.

Denna pilotstudie är en enkel-blindad, crossoverstudie med 6 hundar av olika kön, raser, åldrar och storlek. Samtliga hundar behandlades under 40 minuter med aktiv respektive inaktiv TENS under en vecka. Hundarnas fysiska aktivitet registrerades med aktivitetshalsband och en tryckmätningssmatta användes för att analysera rörelsesymmetrin före och efter TENS-behandlingarna. Signifikanstest gjordes med hjälp av parade t-tester.

Studiens resultat visar parametrar där hundarna är signifikant mindre halta efter TENS-behandling jämfört med placebobehandling. En signifikant ökad belastning (PVF) ses även inom den TENS-behandlade gruppen efter behandling jämfört med innan behandling. På grund av tekniska problem med analysen av aktivitetshalsbanden presenteras inget resultat från den delen av studien.

I denna studie konstaterades att TENS smärtlindrande förmåga påverkade hundens rörelsemönster men fler studier krävs på en större studiegrupp för att kunna ge en mer generell utvärdering och eventuellt se fler signifikanta resultat.

SUMMARY

The most common joint disease in dogs is osteoarthritis, and it is commonly treated with non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID's). But negative effects are common with all the NSAID substances. Some of the non-pharmacological alternatives to NSAIDs are massage, physical therapy and transcutaneous electric nerve stimulation (TENS).

The aim of this study is to evaluate the pain relieving effect of TENS in dogs, focusing on lameness and physical activity.

The TENS-treatment can be modified by changing the frequency, duration and intensity of the electric current from the TENS-device via the electrodes into the animal. The evidence for TENS pain reducing ability is not consistent. Several studies have reported a pain relieving effect but some studies have not demonstrated any significant effect. The pain reducing effect is explained by the gate control theory and later studies have reported an opioid-like response as an explanatory model.

This pilot study is a single-blinded cross-over study including 6 dogs. The dogs are of different sex, breed, age and size. All of the dogs were treated with TENS for 40 minutes every day during one week, and their lameness was registered before and after the TENS-treatment. The dogs wore an accelerometer on a collar to measure eventual change in their daily physical activity throughout the entire study. The paired t-test was used for the significance testing.

The results showed an increase in limb loading in dogs that received active TENS treatment, when compared to placebo treatment. Due to problems with analysis of data from the activity monitors, there were no results for dog activity levels. A pattern of reduced lameness for the TENS-treated group was observed during this study but a study with a larger number of participants is needed to draw generalized conclusions.

INNEHÅLL

INLEDNING	1
LITTERATURÖVERSIKT.....	2
Osteoartros och kronisk smärta hos hund.....	2
Hälsa	2
Tryckmätningssmatta.....	3
Aktivitetshalsband	4
Transkutan elektrisk nervstimulering	6
Evidens	7
MATERIAL OCH METODER.....	9
Hundar	9
TENS behandling	10
Aktivitetshalsband	11
Tryckmätningssmatta – Registrering och analys	11
Försöksupplägget	13
Uppstartsträff.....	13
Behandlingsdag 1 och 2	13
Behandlingsdag 3-7	13
Avslutning dag 8	13
Wash-out period	13
Statistik.....	14
RESULTAT	15
Tryckmätningssmatta.....	15
Aktivitetshalsband	17
DISKUSSION	18
Konklusion	21
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING	22
Introduktion.....	22
Litteratur	22
Material & metoder	23
Resultat & Diskussion.....	23
Slutsats	23

REFERENSER.....	24
Bilagor.....	1
Bilaga 1 - Djurägarmedgivande	1
Bilaga 2 – Instruktioner vid TENS behandling	1
Bilaga 3 – Resultat från Tryckmätningssmatta	1
Bilaga 4 - Loggbok för datainsamling med Tryckmätningssmatta och IMU	1

INLEDNING

Artros är den vanligaste ledsjukdomen hos både hundar och katter (Mele, 2007). Många behandlas under långa perioder eller livet ut med smärtstillande läkemedel. Dessa läkemedelsbehandlingar, som främst består av NSAID (non steroidal anti-inflammatory drug), riskerar att ge flertalet biverkningar och för vissa individer blir de så kraftiga att patienten inte kan behandlas med NSAID preparat (Innes *et al.*, 2010). Icke farmakologiska alternativ till smärtlindring är bland annat viktkontroll, massage, passiv stretchning, rörelseomfångsövningar, terapeutisk träning, akupunktur, transkutan elektrisk nervstimulering (TENS) och anpassning av miljön (MacFarlane *et al.*, 2014). Trots att det finns många olika icke farmakologiska terapeutiska alternativ till smärtlindring är det stor brist på evidens med avseende på metodernas kliniska effekt som kan guida den praktiserande veterinären. Innan evidens har publicerats anses det att den praktiserande att i första hand skall använda andra evidensbaserade metoder (MacFarlane *et al.*, 2014).

Syftet med detta arbete var att genomföra en pilotstudie för att undersöka om transkutan elektrisk nervstimulering (TENS) har en smärtlindrande effekt hos hundar med kronisk ledsmärta. Frågeställningarna som undersöks är: Är det någon skillnad i belastning av tassarna hos hundar efter behandling med aktiv TENS jämfört med innan behandling och jämfört med placebobehandling? Är det någon skillnad i den dagliga fysiska aktivitetsnivån hos en hund som behandlats med TENS jämfört med innan behandling?

LITTERATURÖVERSIKT

Osteoartros och kronisk smärta hos hund

I en studie på 7686 arbetande hundar visade att hos de 16 % som inte nådde pensionsåldern var den vanligaste orsaken till att de togs ur tjänst på grund av muskel- och skelett sjukdomar (28% av samtliga orsaker till att hunden togs ur tjänst tidigt) (Caron-Lormier *et al.*, 2016). Av hundarna med muskel och skelettsjukdom hade 45 % artros som orsak till att de togs ur tjänst (Caron-Lormier *et al.*, 2016). Samma bild erhöles från en annan studie som visade att osteoartros var den vanligast förekommande ledsjukdomen hos hund (Mele, 2007).

Tillförsel av icke-steroida antiinflammatoriska läkemedel (NSAID) är den vanligaste behandlingen för att lindra kronisk smärta i samband med osteoartros hos hund (Innes *et al.*, 2010). Inom gruppen NSAID finns många olika substanser att välja mellan där effekten, durationen, säkerheten och beredningsformen varierar. Enligt Innes *et al.* (2010) beror biverkningarna efter behandling med NSAID främst på individens tolerans och inte vilken typ av NSAID-läkemedel som används. Författarna lyfter dessutom fram att många av biverkningsrapporterna är från korttidsbehandlingar och att risken för biverkningar ökar med en långtidsbehandling (Innes *et al.*, 2010). Alternativa läkemedel till NSAID för långvarig behandling mot kronisk smärta är paracetamol, tramadol, opioider, NMDA-receptorantagonister, kramplösande läkemedel (ex gabapentin), bisfosfonater (om smärtan är orsakad av bennedbrytning), tricykliska antidepressiva, steroider (om inflammation förekommer), muskelrelaxerande medel, pentosanpolyfosfat eller fodertillskott (ex glukosaminoglykan) (MacFarlane *et al.*, 2014). Det finns ingen evidens för paracetamols smärtlindrande effekt hos hundar, dessutom är det toxiskt vid höga doser (MacFarlane *et al.*, 2014).

Hälta

Hälta var den 7:e vanligaste orsaken till att en hund med kliniska symptom sökte vård mellan 1995 och 2002 (Agria, 2010). Hälta kan delas upp i rörelsehälta, belastningshälta och blandad hälta. Rörelsehälta är en rörelsestörning under svävningsfasen, denna kan antingen bero på smärta eller en mekanisk störning. Belastningshälta är istället en rörelsestörning under belastningsfasen där orsaken är smärta. Rörelsestörning under både svävningsfas och belastningsfas kallas för blandad hälta.

En hältutredning börjar med en noggrann anamnes där veterinären frågar efter symptom, duration, allvarsgrad, hur snabbt symptomen uppkommit, om det fanns trauma i samband med symptomutbrottet, om hunden haft problem med hälta tidigare och om den i så fall har behandlats. Hundens signalement är viktigt eftersom ålder, ras, aktivitetsnivå, användningsområde och hull kan ha betydelse för orsaken till hältan. En visuell rörelseanalys görs där hunden undersöks i skritt och om möjligt trav på rakt spår. Analys i trav är inte alltid möjligt eller nödvändigt vid kraftiga rörelsestörningar. Den som bedömer hunden bör inspektera hunden bak- och framifrån samt från sidan. Visuellt noteras om huvudet och/eller bäckenet får ett förändrat rörelsemönster (rör sig mer eller mindre uppåt eller nedåt) samtidigt som fram- respektive baktassen sätts i marken. Även hur tassarna sätts i marken, benställningar, steglängd, ledvinklar och ryggens rörelse studeras. En noggrann palpation av hela rörelseapparaten görs

där smärta, svullnad, muskelvolym, symmetri (mjukdelarna och skelettet) och passiv ledrörlighet undersöks.

Att lokalisera en hälta kan vara en frustrerande uppgift, inte bara för veterinären utan även för djurägaren. Oftast kan hältan lokaliseras med hjälp av en klinisk undersökning och en noggrann anamnes, men i det fall detta inte räcker kan andra hjälpmedel behövas. Det är även viktigt att göra en neurologisk undersökning innan dyra och/eller invasiva hjälpmedel används för att komma fram till en diagnos, då vissa neurologiska sjukdomar kan ge rörelsestörningar (Perry, 2016). Provtagning av ledvätska, ledbedövningar och bilddiagnostik kan användas i hältediagnostiken. Till de bilddiagnostiska metoderna räknas slätröntgen, datortomografi (CT), magnetresonans kamera (MR), artroskopi samt nukleär scintigrafi.

Tryckmätningssmatta

Det finns olika metoder för objektiv rörelseanalys. Rörelseanalys delas upp i kinematik (en kropps rörelse) och kinetik (samband mellan kraft och rörelse hos en kropp) och kan t.ex. studeras med hjälp av tryckmätningssmatta, kraftmätningsskivor, elektromyografi (EMG) eller inertial measurement units (IMUs). För att mäta den vertikala kraften under hela eller delar av tassens isättning kan tryckmätningssmatta eller kraftskivor användas (Gillette & Angle, 2008; Lascelles *et al.*, 2006; Sandberg *et al.*, 2018). Förutom den vertikala kraften kan ett flertal andra parametrar studeras med tryckmätningssmattan (tabell 1). Kraftmätningsskivor anses vara ”the gold standard” för analys av kinetik men en studie med 39 hundar, varav 5 halta, som utvärderade tryckmätningssmatta jämfört med kraftskiva visade att resultatet mellan systemen skiljde sig men resultatet från tryckmätningssmattan var mer konstant och lämpade sig för att följa utvecklingen hos en patient över tid (Lascelles *et al.*, 2006). Ett annat tryckmätningssystem har även det visat sig samla representativ data och kunde klassificera och kvantifiera hälta på hund (LeQuang *et al.*, 2010). I en studie på friska hundar, där skillnaden mellan tryckmätningssmatta och kraftmätningsskivor utvärderades, sågs en liten men signifikant skillnad mellan peak vertical force (PVF) från tryckmätningssmattan och total pressure index (TPI) från kraftmätningsskivan (Sandberg *et al.*, 2018). Enligt författarna är den lilla skillnaden mellan systemen troligen inte av klinisk relevans hos friska hundar. I en pilotstudie föreslogs det även att tryckmätningssmatta kan vara ett bra hjälpmedel för att följa individuella hundar över tid samt att tidigt kunna se avvikelser hos friska tjänstehundar (Lindberg, 2011).

Tryckmätningssmattan är uppbyggd av många små trycksensorer som var för sig registrerar trycket över tid och från denna data kan ett antal variabler analyseras. Tillsammans kan data från sensorerna skapa en visuell bild av kraften och hur den fördelas mellan tassarna samt registrera när och hur länge tassens är i kontakt med marken eller skivan (Gillette and Angle, 2008). För en illustrering av detta se figur 1.



Figur 1. Bild av tassar som de visas på datorn vid analys och insamling av data med Tekscan-systemet. Färgerna representerar den vertikala kraften som sensorn i området har registrerat. Bild: Anna Bergh, 2015.

Tabell 1. Några variabler som kan analyseras efter registrering med Tekscan Walkway System

Parameter	Enhet	Innebörd
Stance Time (ST)	sek	Understödsfas, den tid som en tass är i kontakt med mattan under en stegcykel
Swing Time (SwT)	sek	Luftburen fas, den tid som en tass är i luften under en stegcykel
Stride Time (StT)	sek	Tiden för en tass att fullfölja en stegcykel (understödsfas & luftburen fas)
Stride Length (StL)	cm	Längden en tass färdas under en stegcykel
Stride Velocity (StV)	cm/sek	Hastigheten en tass färdas i under en stegcykel
Peak Vertical Force (PVF)	%BW	Maximal vertikal kraft i understödsfas för en tass, anges i procent av kroppsvikten
Vertikal Impulse (VI)	%BW*sek	Total vertikal kraft över tid angett i procent kroppsvikt per sekund för en tass
Gait Velocity (GV)	cm/sek	Hastigheten under samtliga stegcykler som analyserats

Jämfört med visuell håltbedömning har en korrekt utförd kinetikanalys tre stora fördelar; mindre mänskligt bias, ökad noggrannhet och precision i mätningarna samt stor kapacitet att samla in data (DeCamp, 1997). I en studie av till synes ohälsa hundar, som inte visade tecken på smärta vid ortopedisk undersökning, sågs avvikande rörelsemönster vid registrering på en tryckmätningmatta. Dessa hundar röntgades och höftledsdysplasi uppdagades hos samtliga av hundarna. Majoriteten av hundarna hade även ytterligare ortopediska diagnoser av varierande slag. Författarna drog slutsatsen att tryckmätningmattan var en mer finkänslig analysmetod för lindriga rörelsestörningar än visuell bedömning (Aristizabal Escobar *et al.*, 2017).

I en kinetisk studie med tryckmatteteknik föreslog författarna att den procentuella kroppsviktsfördelningen (%BW) var den mest tillförlitliga parametern att studera, då denna inte förändrades beroende på stegfrekvens (Kano *et al.*, 2016).

Aktivitetshalsband

Aktivitetsmonitorer har används för att ge ett objektiva mått på fysisk aktivitet sedan 60-talet (Cavagna *et al.*, 1961). När en hund rör sig sker acceleration. Att mäta accelerationen kan således ge ett mått på den fysiska aktivitet som en hund utför. Ett aktivitetshalsband innehåller en aktivitetsmonitor som består av en accelerometer som mäter accelerationen i en till tre riktningar. De två huvudsakliga teknikerna som används inom accelerationsmätning är piezo-

elektronik och kapacitiva accelerometrar (John & Freedson, 2012; Miller, 2013). Piezosensorn blir deformerad i samband med en acceleration och konformationsändringen ger upphov till en elektronisk laddning proportionell till graden av acceleration (John & Freedson, 2012). Denna elektroniska laddning filtreras och digitaliseras innan den omvandlas till "activity counts" vilket är ett mått på aktivitet (John & Freedson, 2012). Den andra tekniken som används är kapacitiva accelerometrar som består av en platta som kan röra sig mellan två fixerade plattor. Vid en acceleration sker en förändring i kapacitans, det vill säga förmågan att lagra elektisk laddning, och således kommer det elektiska flödet i accelerometern att förändras och ett mått på accelerationen uppstår (John & Freedson, 2012). Den största skillnaden mellan pizelektroniska och kapacitiva accelerometrar är att den förstnämnda endast registrerar dynamisk acceleration (en kropps rörelse) medan den andra registrerar både dynamisk och statisk (exempelvis gravitationskraften) acceleration (John & Freedson, 2012). Förutom en skillnad mellan hur olika accelerometrar mäter acceleration skiljer det även i hur många av rörelseriktningarna accelerationen mäts. Oftast är det uniaxiala- eller triaxiala-accelerometrar (Morrison, 2015).

De accelerometrar som vanligen används när fysisk aktivitet studeras är: 3dNX, ActiGraph (7164, GT1M, GT3-X, GT3X+), Actical, Actitrac, ActiWatch, ActivPAL, BioTrainer Pro, Caltrac, Dynastream AMP-331, GENE, Lifecorder, Mini-logger Series 2000, RT3, Tritrac och Tracmor (Morrison, 2015).

Aktivitetshalsbandet ActiGraph GT3-X använder sig av accelerometer för att mäta rörelse i tre olika plan (Yam *et al.*, 2011). ActiGraph aktivitetsmonitorer anses vara en objektiv metod för att mäta fysisk aktivitet. Aktivitetsmätarna innehåller en kapacitiv accelerometer, som kan registrera acceleration som är både konstant och föränderlig (Miller, 2013). Den acceleration som uppmäts per tid i de olika planen erhålls i obehandlat format och kan filtreras och summeras i olika tidsintervall, epoker, som sedan kan jämföras både över tid och vilken intensitet aktiviteten har (Miller, 2013; Yam *et al.*, 2011). Då olika inställningar påverkar insamlad data rekommenderas det inte att jämföra data från aktivitetsmätare från andra tillverkare (Miller, 2013).

I en studie har Actigraph GT3 validerats som ett instrument för att mäta aktivitetsnivå hos hundar (Yam *et al.*, 2011). Under studien registrerade monitorn fysisk aktivitet i antingen 3 dagar eller 7 dagar och Yam *et al.* (2011) drog slutsatsen att Actigraph GT3 kunde användas och var ett pålitligt hjälpmedel för att mäta fysisk aktivitet hos hundar.

I en studie av artros hos barn användes Actigraph som ett subjektivt mått på mängden fysisk aktivitet och jämförde detta med bland annat smärtegrad (Nørgaard *et al.*, 2017). Nørgaard *et al.* (2017) lät aktivitetsmonitorn samla data i 6 dagar inför analysen. I studien noterade författarna att fysisk aktivitet mätt med accelerometern var negativt korrelerat med högre grad av sjukdom men de såg ingen korrelation till smärtintensitet. Orsaken till varför smärtintensiteten inte var korrelerad till den fysiska aktiviteten anser författarna kan bero på patienternas låga smärtintensitet i denna studie och det fanns endast små variationer i intensiteten varpå skillnader är svåra att upptäcka (Nørgaard *et al.*, 2017).

Rialland *et al.* (2012) har studerat om resultatet varierar beroende på aktivitetsmonitors placering. Resultatet visade att det inte var någon skillnad mellan en placering i ett halsband

eller på en sele. Det noterades att sensorn ska ligga dikt an kroppen utan att skapa obehag, exempelvis ska ett halsband inte sitta löst. En annan rekommendation från författaren var att om halsband används ska sensorn placeras ventralt då den vid dorsal placering annars hade en tendens till att röra sig och hamna i ventralt läge. Eftersom samtlig rörelse av halsbandet registreras kommer rörelse runt hundens hals att registreras om halsbandet placeras dorsalt och sedan roterar till ett ventralt läge (Rialland *et al.*, 2012).

Transkutan elektrisk nervstimulering

Transkutan elektrisk nervstimulering (TENS) görs med hjälp av en TENS-apparat till vilken ett elektrodpar kopplas. Från apparaten, genom elektroderna, sänds likström i stötar som leds genom kroppen mellan elektroderna. Vid behandling kan antingen ett eller flera elektrodpar användas och elektroderna måste ha en bra kontakt med huden för att strömmen ska kunna passera. För att säkerställa en bra kontakt bör pälsen först klippas och sedan gel användas för att uppnå att strömmen leds mellan elektroderna och huden. Elektroderna får inte heller ha kontakt med varandra eftersom strömmen då istället går den enklaste vägen direkt till den andra elektroden utan att passera genom kroppen.

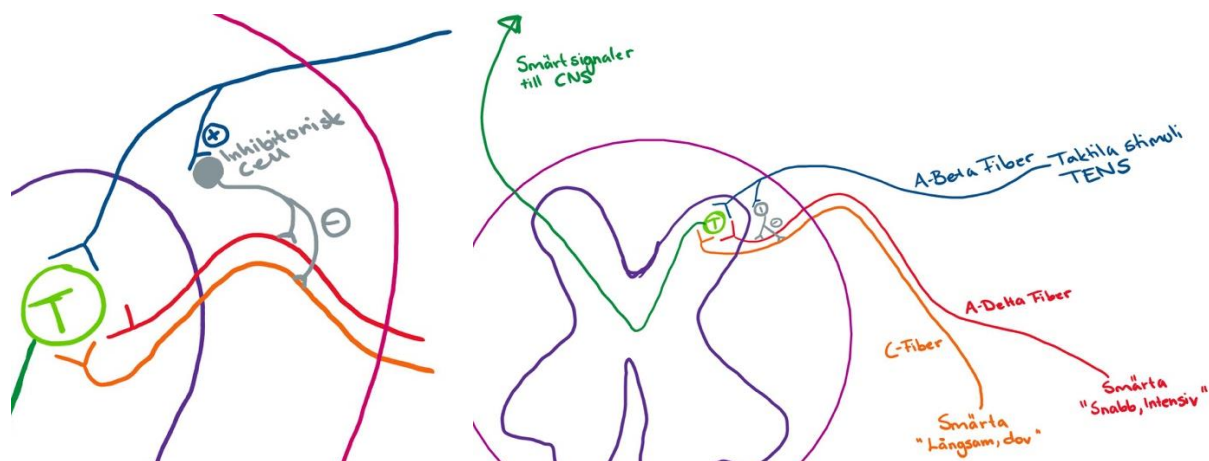
Under en TENS-behandling skickar TENS-apparaten ut strömimpulser eller konstantström där frekvens, duration och intensitet kan variera. Tensbehandlingar kan delas in i hög- och lågfrekvent TENS. Vid högfrekvent TENS används frekvenser mellan 50-150 Hz och vanligen en kort duration på 2-50 μ s och sedan ökas intensiteten tills dess att hunden reagerar (Levine & Bockstahler, 2014). Hunden kan då reagera med att röra på den behandlade kroppsdelen, titta mot behandlingsområdet eller visa tecken på oro i samband med en intensitetsökning. Under denna typ av behandling ska ingen muskelkontraktion ses. En annan variant av TENS-behandling är istället lågfrekvent, då används inställningar med en frekvens mellan 1-10 Hz och en längre duration på 100-400 μ s. Vid den lågfrekventa TENS-behandlingen ska muskelkontraktioner ses (Levine & Bockstahler, 2014).

TENS-behandling kan även kategoriseras beroende på placeringen av elektroderna (Kong & Gozani, 2018). Vid en fast behandlingspunkt sätts elektroderna på samma ställe oavsett var smärtan är lokaliserad (Kong & Gozani, 2018) medan vid en lokal behandling kan elektroderna antingen placeras direkt på det smärtsamma området eller i området ovanför den nerv som innerverar det smärtsamma området.

TENS-försök utfördes redan på 60-talet (Wall & Sweet, 1967). I Wall och Sweets (1967) studie behandlades åtta patienter med kraftig kronisk smärta med TENS under två respektive fem minuter, hälften av patienterna upplevde en smärtlindrande effekt under minst 30 minuter medan den andra halvan endast upplevde smärtlindring under behandlingen och upp till ett par minuter efteråt (Wall & Sweet, 1967). Wall och Sweets (1967) teori om varför TENS har en smärtstillande effekt bygger på *gate control theory*.

”Gate control theory” är en teori som grundades i mitten av 60-talet om hur smärtupplevelsen uppstår (Melzack & Wall, 1965). Innan denna publikation var teorin bakom smärtförnimmelsen att smärta antingen initierades genom stimulering av specifika smärtreceptorer eller ”pattern theory” som bygger på att samtliga receptorer känner av alla sorters stimuli och det är endast

hur mycket och intensivt som receptorn stimuleras som avgör om det uppfattas som smärta (Melzack & Wall, 1965). "Gate control theory" bygger dels på att smärtsignalen från A-deltanerver och C-nerver blir inhiberade av ett interneuron innan synapsen till transmissionsneuronen i ryggmärgens dorsala horn. Taktila stimuli ger upphov till stimulering av A-betanerver och dessa kan i sin tur stimulera interneuronets inhiberande signal (figur 2) (Bessou & Perl, 1969; Melzack & Wall, 1965; Zhang *et al.*, 2018).



Figur 2. Schematisk bild på hur "the gate control" fungerar. Taktila stimuli eller TENS-behandling stimulerar A-beta fibrer (blå) som ger ett positivt stimuli till det inhiberande interneuronet (grå cell, förstort till vänster i bilden) som i sin tur inhiberar signalerna (stänger dem ute) från både A-delta (röd) och C fibrer (orange). Detta minskar i sin tur smärtsignalerna till CNS då stimuli inte når fram till transmissionscellen (grön cell). Bild: Linn Dadell, 2018.

Det har även visat sig att TENS inte bara modulerar överföringen av nervsignaler i synapsen och därmed minskar överföringen av smärtstimuli (Melzack & Wall, 1965) utan även verkar genom opioidreceptorer. I en studie på råttor sågs TENS påverka opioidreceptorer, lågintensiv TENS aktiverade μ -opioidreceptorer medan högfrekvent TENS aktiverade δ -opioidreceptorer (Sluka *et al.*, 1999)

Kontraindikationer, från humansidan, för TENS-behandling kan delas in i allmänna kontraindikationer vilket är patienter med pacemaker eller krampbenägenhet samt lokala kontraindikationer är hudsår, inflammerad hud eller tromber i behandlingsområdet. Dessutom är det kontraindicerat att behandla ett dräktigt djur i anslutning till livmodern samt högintensiv behandling direkt över hjärtat (Levine & Bockstahler, 2014).

Evidens

Det finns flera studier med olika resultat där TENS har använts som smärtlindring hos hund eller människa (Chen *et al.*, 2018; Kong & Gozani, 2018; Menezes *et al.*, 2018; Polat *et al.*, 2017; Sharifi *et al.*, 2007; Sluka *et al.*, 1998; Yongjun Zhu *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2014).

Sharifi *et al.* (2007) studerade effekten av TENS på 15 hundar där ischiasnerven krossats under generell anestesi. Hundarna TENS-behandlades dagligen i 10 minuter med en frekvens på 100 Hz och intensitet på 80 μ s. Denna studie visade att gruppen som hade behandlats som TENS hade mindre smärta, snabbare sårhäkning med mindre ärrbildning än kontrollgruppen som inte fick någon behandling alls (Sharifi *et al.*, 2007). Dessutom såg Sharifi *et al.* (2007) att

kontrollgruppen hade signifikant lägre muskelmassa i det drabbade området än den behandlade gruppen. TENS har även setts öka blodflödet till vitala organ hos hundar med hypotension (Zhang *et al.*, 2014).

Några studier som har visat positivt resultat med TENS hos andra djurslag samt människa är följande. Polat *et al.* (2017) visade att TENS gav ökad rörlighet och minskad smärta hos patienter med och utan neurologisk smärta. Studien gjordes på kvinnor med långvarig (mer än tre månader) knäsmärta på grund av osteoartrit och patienterna behandlades med 20 minuters TENS per dag, fem dagar per vecka i tre veckors tid i kombination med värme och ett träningsprogram (Polat *et al.*, 2017). En meta-analys på sex studier med totalt 529 patienter av Yongjun Zhu *et al.* (2017) avseende TENS smärtstillande förmåga i samband med knäoperation visade att patienter som fick TENS-behandling postoperativt hade signifikant lägre smärtpoäng och morfinbehov efter 24 timmar. Ingen skillnad sågs i smärtpoäng två veckor efter operationen. Författarnas teori var att resultatet kan bero på att smärtintensiteten är generellt högre 24 timmar efter operationen jämfört med 2 veckor senare. Det noterades även att TENS-behandling ökade rörligheten i det opererade området jämfört med de patienter som inte fått TENS-behandling (Yongjun Zhu *et al.*, 2017). I en studie av Kong och Gozani (2018) observerades en signifikant förbättring för smärtintensitet, dos smärtstillande läkemedel som behövdes samt sömnavbrott på grund av smärta i sin studie med TENS-behandling med en fast lokalisation under 60 dagar på 713 människor med olika sorters kronisk smärta.

Studier som inte har kunnat dokumentera en smärtlindrande effekt efter användning av TENS förekommer. I en retrospektiv studie av patienter med kronisk smärta på grund av pelvis-spondylit sågs inte någon skillnad i smärtintensitet jämfört med kontrollgruppen. Patienterna hade behandlats med TENS i sex veckor (Chen *et al.*, 2018). I en studie med friska människor mättes smärtlindring och muskelaktivitet efter TENS-behandling och jämfördes med en placebogrupp. I denna studie konstaterades det ingen signifikant skillnad i smärta direkt efter TENS-behandlingen mellan de två grupperna, men gruppen som hade behandlats med TENS hade en signifikant ökning av muskelaktiviteten efter behandlingen jämfört med placebogruppen (Menezes *et al.*, 2018).

Till sist finns även studier med varierande resultat där flera olika smärtparametrar mätts. I en studie på råttor jämfördes tre grupper där en grupp fick högfrekvent TENS-behandling, en lågfrekvent TENS-behandling samt en kontrollgrupp utan behandling. I denna studie observerades en signifikant skillnad i sekundär hyperalgesi mellan de TENS-behandlade och kontrollgruppen, för de som behandlats med högintensiv TENS var skillnaden i hyperalgesi signifikant lägre under de första 24 timmarna efter behandling medan för de med lågintensiv TENS var skillnaden i hyperalgesi signifikant lägre under de första 12 timmarna efter behandling. Men ingen signifikant skillnad i spontant smärtbeteende (belastning av påverkat ben eller skyddsinstinkt av påverkat ben) noterades mellan de TENS-behandlade grupperna och kontrollgruppen (Sluka *et al.*, 1998). En teori om varför ingen skillnad syntes i det spontana smärtbeteendet trots en skillnad i hyperalgesi var att TENS inte påverkar själva inflammationen utan endast smärtförmågan och att det är inflammationen som ger de spontana smärtbeteendena som observerades (Sluka *et al.*, 1998).

MATERIAL OCH METODER

Hundar

Denna pilotstudie utfördes under september till oktober 2018 på sex stycken hundar och nedan anges ålder, ras, kön, vikt samt den sjukdomshistorik rörande rörelseapparaten och eventuell NSAID behandling som författaren känner till. Inklusionskriterierna var synlig hälta, kroniska problem (minst 1 år), utan pacemaker, inte vara dräktig, kunna stå utan annan smärtstillande behandling under försöket, hunden och djurägaren behövde bo i närområdet så att det var möjligt att göra behandlingen i hemmet och hunden ansågs vara lugn och hanterbar. Försöket är godkänt via etiska tillståndet (diarienummer C184/13). För en summering av hundarna se tabell 2.

Hund ett var en åtta år gammal pudeltik med en vikt på 22 kg. Denna hund diagnostiserades med korsbandsskada på höger bakben i juni 2017, först behandlades den konservativt men efter en akut försämring opererades hunden där en Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) gjordes i september 2017. Skadan har läkt bra och ingen benpålagring has setts på röntgen (senast kontrollerad november 2017). Hunden har haft en period med kräkningar och blodig diarré i samband med NSAID giva postoperativt. Då hunden har metallimplantat i knäleden behandlades den istället proximalt på höger bakben och elektroderna placerades lateralt på respektive sida av proximala femur.

Hund två var en åtta år gammal beagle tik som vägde 13 kg. Denna hund diagnostiserades med korsbandsruptur i juli 2017 samt fick radiologisk diagnos osteoartros i vänster knäled i augusti 2017. Korsbandsrupturen behandlades konservativt med NSAID som smärtlindring och regelbundna undersökningar av veterinär. Denna hund har inga andra kända symptom eller sjukdomar från rörelseapparaten. Denna hund TENS-behandlades över vänster knäled, en elektrod placerades lateralt och den andra elektroden placerades medialt.

Hund tre var en fjorton år gammal blandrastik på 11 kg. Denna hund har inga diagnoser från rörelseapparaten men var plötsligt halt höger fram i juni 2018. Vid undersökning i samband med studien av veterinär bedömdes hon ha kronisk smärta från flera leder, valet blev då att behandla proximalt om den led hon bedöms ha mest smärta och rörelseinskränkning i vid undersökningen. Elektroderna placeras distalt, proximalt och lateralt på höger framben ovanför m. infraspinatus.

Hund fyra var en elva år gammal labradorretriever hane som vägde 28 kg. Han hade främst problem med vänster armbågsled. Elektroderna placerades till en början (behandlingsdag 1-3) lateralt samt medialt på armbågsleden men då hunden var måttligt besvärad med denna placering av elektroderna byttes behandlingsområde till lateral placering på väster framben över m. triceps samt m. deltoideus.

Hund fem var en elva år gammal labradorretriever hane som vägde 37 kg. I juni 2017 blev hunden plötsligt kraftigt halt med smärta från tålederna och smärta i bakdelen. Hunden hade misstänkt tåledsartros (på röntgen sågs aktiva benpålagringar) samt bekräftad furunkulos som hade behandlats med NSAID samt hudvård. Hältan har varit intermittent de senaste fyra åren och tros fortfarande bero på de tre identifierade sjukdomsproblemen; artrosen, den

återkommande furunkulosen och kroniska förändringar som har setts i trampdynorna på framtassarna. Har stått på långtidsbehandling fram tills hunden fick akut diarré i slutet på maj 2018. Denna hund hade främst haft problem från sina båda framben, både distalt och proximalt, i samråd med djurägaren bedömdes det att vänster sida var mest utsatt varpå den sidan behandlades proximalt. Elektrodena placerades lateralt ovanför vänster skulderblad.

Hund sex var en nio år gammal golden retrievertik som vägde 30 kg. Denna hund hade diagnostiserats med kronisk höftledsartros/benpålagringar samt smärta från ryggraden 2014. Hunden har stått på NSAID-behandling i perioder men fick gastrointestinala biverkningar vid långtidsbehandling. Vid undersökningen inför försöket bedömdes hunden främst ha problem med vänster framben. Elektrodena placerades på vänster framben lateralt ovanför m. deltoideus samt m. triceps.

Tabell 2. Summering med medelvärde och standardavvikelse för samtliga hundar för vikt och ålder

Antal hundar	Vikt	Ålder	Ras
6 st	23,5 ±10 kg	10 ±2,3 år	1 Storpudel 1 Beagle 1 Blandras 2 Labradorer 1 Golden retriever

TENS behandling

För TENS-behandlingen användes tensaparaten Profile Tens, Body Clock (Body Clock™). Till den kopplades gummitäckta elektroder samt blå-gel (Cefar™). Valet av behandlingsområde gjordes individuellt, baserat på anamnes och klinisk undersökning för varje patient där det område patienten verkade ha mest besvär i valdes att behandlas. Om patienten upplevdes lika besvär i proximala och distala områden valdes de mer proximala området av det skäl att det är enklare att fästa elektrodena och få dem att sitta kvar under hela behandlingstiden samtidigt som patienten ska kunna slappna av och lägga sig till rätta. I de fall där patienten hade metallimplantat (1 av 6 hundar) i önskat behandlingsområde flyttades behandlingen mer proximalt och över den nerv som innerverar det drabbade området.

Varje behandling pågick under 40 minuter och med inställningarna 80 Hz, 100µs och konstantström. Intensiteten ökades stegvis och de olika individernas intensitetsnivåer samt hundens generella beteende under behandlingen kan ses i tabell 3.

Tabell 3. Sammanställt intensitetsspann, dominerande intensitet samt hundens generella beteende under den aktiva tensbehandlingen. Intensiteten kan regleras mellan 0-100mA i 20 olika nivåer

Hund	Intensitetsspann i mA	Dominerande intensitet i mA	Hundens beteende under behandlingen
Hund 1	15 – 25	15	Ligger stilla på sidan, lugn och avslappnad
Hund 2	5 – 10	10	Ligger mestadels på sidan, är lindrigt rastlös
Hund 3	10 – 25	20	Sitter eller ligger på bröstet eller sida, lindrigt orolig

Hund 4	10 – 15	10	Ligger ibland men sitter framförallt upp. Måttligt orolig
Hund 5	10 – 65	40	Ligger oftast ner, lugn
Hund 6	10 – 30	15	Ligger oftast ner på sidan, sitter upp vid enstaka tillfälle, lugn

För en generell beskrivning av hur själva TENS behandlingen gick till i steg för steg se bilaga 2.

Aktivitetshalsband

Den aktivitetsmonitor som användes under studien var en ActiGraphTM GT3-X och den placerades med hjälp av två stycken buntband på ett halsband och sedan virades elastisk självhäftande linda om halsbandet ett varv och där efter tejpades ett skyddande lager av silvertejp sattes runt aktivitetsmonitorn för att skydda den. Halsbandet sattes sedan runt hundens hals där det skulle sitta så pass stramt att det låg dikt an hundens päls med inte så tajt att det orsakade några besvär för hunden. Djurägarna fick instruktioner om att halsbandet skulle sitta på hunden dygnet runt men om hunden skulle badas kunde de ta av halsbandet och sedan sätta på det igen efter att badet var klart.

Tryckmätningssmatta – Registrering och analys

Tryckmätningssmattan som användes i studien var en TekscanTM High Resolution Walkway HRV4 (www.tekscan.com). Mattans storlek var 195,1 x 44,7 cm med 33 792 sensorer där det är 3,9 sensorer per kvadratcentimeter (Tekscan, n.d.). Inför varje registrering kalibrerades mattan. Tryckmätningssmattan kopplades till en dator med Tekscansystemets egna mjukvaruprogram för insamling samt analysering av data. Registreringen gjordes genom att hunden leddes av en annan person än djurägaren i trav på rakt spår fram och tillbaka över en tryckmätningssmatta placerad längs en vägg i en lång korridor. Under den första delen av studien travade hundarna fram och tillbaka över tryckmätningssmattan upprepade gånger (2-12 passager) under samma film. På grund av lång analyseringstid för de långa filmerna beslutades det att istället spela in fler filmer med endast en passage över mattan. Minst 4 godkända passager spelades in för varje omgång. En passage var godkänd om hunden travade över mattan till synes rakt utan att skaka på sig, dra i kopplet, luta sig mot väggen, titta åt sidan eller uppåt. Till datorn kopplades även en kamera synkroniserad med tryckmätningssmattan som filmade hunden från sidan när den sprang över mattan. Hundarna videofilmades bakifrån när de travade över mattan. Loggbok fördes för varje registrering där antalet registreringar per tillfälle, hálta och eventuella avvikelser angavs. Hunden hade även på sig sensorer för IMU-mätning och filmas från ena kortsidan.



Figur 1. I vänstra bilden är en hund fullt påklädd med IMU-sensorer inför registrering över tryckmätningssmatta. Högra bilden är samma hund sittande i riktning mot tryckmätningssmattan innan en registrering. Bild: Linn Dadell, 2018.

Analys av registreringen från tryckmätningssmattan gjordes med hjälp av Walkwaysystemets egna registrering- och analyseringsprogram. För att välja vilken film som skulle analyseras från vardera omgång utgick författaren från loggböckerna. Efter att filmen valts ut kontrollerades det manuellt att det fanns två bra efterföljande stegcykler där hunden sprang rakt, i konstant hastighet, alla 8 tassavtryck fanns med på tryckmätningssmattan och inget avvikande beteende gjordes av hunden under passagen. När dessa två efterföljande stegcyklar valts ut kontrollerades det manuellt att programmet valt rätt tass för rätt tassavtryck. Systemet kan själv namnge höger fram (RF), höger bak (RH), vänster fram (LF) och vänster bak (LH) och när detta inte stämde så korrigerades tassmarkeringen manuellt. Sedan användes walkwaysprogrammets inbyggda analysering för att ta fram olika parametrar för statistisk analys. Se tabell 4 för utvalda parametrar.

Tabell 4. *Parametrar som analyserats*

Parameter	Enhet	Innebörd
Peak vertikal Force (PVF)	%BW	Maximal vertikal kraft i understödsfas för en tass som anges i procent av kroppsvikten
Vertikal Impulse (VI)	%BW*sek	Total vertikal kraft över tid angett i procent kroppsvikt per sekund för en tass
Maximum Peak Pressure (MPP)	kPa	Maximalt vertikalt tryck i understödsfas för en tass, anges i kilopascal
StV Symmetry (StV S)		Symmetrin mellan höger/vänster sida, fram/bakben, höger/vänster framben och höger/vänster bakben undersöks med avseende på stride velocity (StV)
PVF Symmetry (PVF S)		Symmetrin mellan höger/vänster sida, fram/bakben, höger/vänster framben och höger/vänster bakben undersöks i med avseende på PVF

Försöksupplägget

Uppstartsträff

Djurägarförsäkringen (bilaga 1) skrevs under, information om hur studien går till gavs både muntligt och skriftligt till djurägaren. Palpation av rörelseapparaten gjordes och visuell hältkontroll på rakt spår i skritt och trav utfördes. Detta skedde 7-14 dagar innan första dagen med behandling för att verifiera synlig hälta, verifiera att inklusionskriterierna uppfyllts samt för att fästa aktivitetshalsbandet på hunden.

Behandlingsdag 1 och 2

Hunden kommer till djursjukhuset med djurägaren där aktivitetshalsbandet tas av för att laddas och insamlade data överfördes till en dator. Hundens vägdes på en digital våg dag ett i studien. Rörelseanalys gjordes genom att hunden leddes av en annan person än djurägaren i trav fram och tillbaka över en tryckmätningsskiva placerad i en lång korridor. Hunden hade även på sig sensorer för inertial measurement units (IMU) mätning och videofilmades från ena kortsidan och ena långsidan. Efter första registreringen behandlades hunden under 40 minuter med TENS i ett separat rum utan djurägaren. Efter behandlingen skedde ytterligare en registrering med tryckmätningsskivan (på samma sätt som beskrivits ovan). Efter att sista registreringen var utförd sattes aktivitetshalsbandet återigen på hunden. Samma procedur förutom vägningen upprepades dag 2.

Behandlingsdag 3-7

Under dessa dagar skedde behandling med TENS hemma hos hunden, även denna behandling var utan djurägarens närvaro i möjligaste mån. TENS-apparaten hölls täckt ifall djurägaren går förbi för att inte avslöja skillnaden mellan TENS och placebo.

Avslutning dag 8

Hunden och djurägaren kom till djursjukhuset efter 5 dagars behandling i hemmet. Aktivitetshalsbandet plockades av hunden och insamlade data överfördes till en dator. Rörelseanalys gjordes genom att hunden leddes av en annan person än djurägaren i trav fram och tillbaka över en tryckmätningsskiva i en lång korridor. Hunden hade även på sig sensorer för IMU-mätning.

Wash-out period

Försöket gjordes som en cross-over studie. Detta innebär att hela försöket förutom uppstartsträffen upprepades efter 14 dagar enligt ovanstående beskrivning (dag 1 t.o.m. dag 8), under en av behandlingsomgångarna fick en hund aktiv TENS-behandling och under den andra behandlingsomgången fick hunden inaktiv TENS-behandling. Hälften av hundarna började med aktiv behandling och hälften av hundarna började med inaktiv, lottning avgjorde vilka av hundarna som fick börja med vad. Djurägaren var omedveten om under vilken omgång hunden fick aktiv respektive inaktiv behandling.

Statistik

Resultatet från de utvalda parametrarna fördes in i ett Microsoft Excel-ark för samtliga registreringar. För varje parameter beräknades ett medelvärde, standardavvikelse (SD) och medianvärde.

Differensräkning gjordes genom att värdet från en registrerad parameter minus värdet från en senare registrering (tabell 5). En differensräkning gjordes mellan parametrar som skulle jämföras med varandra inom samma behandlingsomgång, alltså TENS- eller placebobehandling. Även på differensräkningarna beräknades medelvärde, SD och median.

Statistisk analys av de studerade parametrarna från tryckmätningssmattan gjordes med det inbyggda parade t-testet i Microsoft Excel. Data före och efter behandling för respektive dag analyserades samt motsvarande registrering jämfördes mellan TENS- och placebobehandlingen (ex. dag ett före behandling för TENS-behandlingen jämfördes med dag ett före behandling för placebobehandlingen). Dag åtta jämfördes med dag ett före behandling samt dag två före behandling. Även på differensräkningen gjordes parat t-test för att undersöka eventuell signifikans mellan differenserna mellan de två omgångarna av studien. P-värden under 0,05 ansågs som statistiskt signifikanta.

Tabell 5. Differensräkning för data från tryckmätningssmattan. Tabellen visar vilka registreringar som differensräkningen är gjord mellan. Den tidigare registreringen (värde 1) subtraheras med den senare registreringen (värde 2) för att få differensräkningen för dessa två registreringar. Före = Före behandling, Efter = Efter behandling

Differensräkning	Värde 1	Värde 2
Dag 1 före – Dag 1 Efter	Dag 1 Före	Dag 1 Efter
Dag 2 före – Dag 2 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter
Dag 1 Före – Dag 8	Dag 1 Före	Dag 8
Dag 2 Före – Dag 8	Dag 2 Före	Dag 8

RESULTAT

Tryckmätningssmatta

Resultat finns för samtliga parametrar för varje registrering men två registreringar saknas från den aktiva behandlingen. För hund 1 saknas registrering dag ett före TENS-behandling. Hund 4 saknar registrering dag ett efter TENS-behandling.

Medelhastigheten för samtliga registreringstillfällen togs fram (tabell 6). Resultat från differensräkningen på det halta benet för de olika hundarna presenteras (tabell 7) där främst en skillnad mellan dag 1 eller dag 8 jämfört med dag 8 kan ses. Negativa medelvärden innebär att belastningen är högre efter behandling än innan behandling. För att se samtliga hundars registrerade värden för PVF, VI och MPP, se bilaga 3.

Tabell 6. Den registrerade hastigheten (GV) under TENS och placebo omgångarna. Tabellen visar medelhastighet och standardavvikelse för samtliga hundar under de olika registreringstillfällena. GV = Gait Velocity, SD = standardavvikelse, Före = Före behandling, Efter = Efter behandling

GV för registrering (cm/sek)	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Medelvärde \pm SD TENS	193 \pm 36	211 \pm 46	185 \pm 17	198 \pm 15	206 \pm 22
Medelvärde \pm SD Placebo	209 \pm 21	225 \pm 32	217 \pm 30	215 \pm 30	212 \pm 40

Tabell 7. Resultat från differensberäkning på det halta benet. Tabellen visar resultat från differensberäkningen där värdet från registrering före substraherats med reultet efter alternativt från registrering dag 8 för motsvarande parameter. Parat T-test är sedan utfört på differensberäkningen mellan TENS- och placebobehandlingen. P-värden under och nära 0,05 är markerade enligt; *P-värden < 0,05, **P-värden mellan 0,1-0,05. Före = Före behandling, Efter = Efter behandling, MPP = Maximum Peak Pressure, VI = Vertikal index, PVF = Peak Vertical Force

Registrering	Parameter	Medelvärde & SD		P-värde
		TENS	Placebo	
Dag 1 före – Dag 1 Efter	PVF	-3,15 \pm 4,64	0,47 \pm 6,58	0,867
Dag 1 före – Dag 1 Efter	VI	0,05 \pm 0,65	0,48 \pm 0,78	0,837
Dag 1 före – Dag 1 Efter	MPP	-13,10 \pm 10,73	2,33 \pm 22,26	0,655
Dag 2 före – Dag 2 Efter	PVF	-3,67 \pm 5,98	0,3 \pm 4,43	0,371
Dag 2 före – Dag 2 Efter	VI	0 \pm 0,93	0,03 \pm 0,71	0,955
Dag 2 före – Dag 2 Efter	MPP	-10,17 \pm 20,94	-2,17 \pm 35,79	0,737
Dag 1 före – Dag 8	PVF	-10,78 \pm 18,21	5,12 \pm 7,58	0,064**
Dag 1 före – Dag 8	VI	-1,2 \pm 2,29	0,38 \pm 1,02	0,058**
Dag 1 före – Dag 8	MPP	-33,17 \pm 67,88	8,80 \pm 16,94	0,184
Dag 2 före – Dag 8	PVF	-4,1 \pm 6,29	6,18 \pm 7,51	0,008*
Dag 2 före – Dag 8	VI	-2,96 \pm 0,76	0,42 \pm 1,07	0,324
Dag 2 före- Dag 8	MPP	-9 \pm 18,14	18,13 \pm 40,01	0,124

Även resultat fördelat på de olika benen jämfördes, utan att hänsyn togs till det halta benet, och för de flesta parametrarna som analyserades sågs p-värden över 0,05. Endast resultat från t-tester med p-värden nära eller under 0,05 presenteras här (tabell 8-11). Vid intresse av övriga värden ombedes läsaren kontakta författaren.

Resultatet från tryckmätningsskivan har även jämförts med den visuella bedömning som gjordes av hundarnas hälsa (tabell 8). I denna jämförelse användes symmetritabellerna från tryckmätningsskivan för att avgöra vilket ben hundens rörelsemönster var mest avvikande.

Tabell 8. Jämförelse av hältbedömning mellan visuell bedömning och bedömning av mätresultat från tryckmätningsskiva för respektive hund. Tabellen visar den visuellt bedömda hälsan av veterinär jämfört med bedömning av hälsa utifrån resultatet från tryckmätningsskivan för respektive hund. Datan från tryckmätningsskivan är tagen från symmetrivariablerna. Före = Före behandling, Efter = Efter behandling, Lindrig = lindrig rörelseasymmetri enligt tryckmätningsskivan, LF = Vänster fram, LH = Vänster bak, RF = Höger fram, RH = Höger bak

Hund	Hälsa enligt visuell bedömning	Registrering	Hälsa enligt tryckmätningsskiva	
			TENS	Placebo
1	RH	Dag 1 före	Mätning saknas	RH & LH
		Dag 1 efter	LF & RH	RH
		Dag 2 före	RH	Ingen hälsa
		Dag 2 efter	RH	LF (Lindrig)
		Dag 8	RH	RH
2	LH	Dag 1 före	LH & LF	LH & LF
		Dag 1 efter	LH	LH
		Dag 2 före	LH	Ingen hälsa
		Dag 2 efter	LF (lindrig)	LH
		Dag 8	LH	Ingen hälsa
3	RF	Dag 1 före	RF & RH	RF & RH
		Dag 1 efter	RF & RH	RF & RH
		Dag 2 före	RF & RH	RF & RH
		Dag 2 efter	RF & RH	RF & RH
		Dag 8	RF	RF & RH
4	LF	Dag 1 före	LF & LH	LF & LH
		Dag 1 efter	Mätning saknas	LF & LH
		Dag 2 före	LF	LF & LH
		Dag 2 efter	LF & LH	LF
		Dag 8	LF	LF
5	LF	Dag 1 före	LF (lindrig)	LF & LH
		Dag 1 efter	LF & LH	LF & LH
		Dag 2 före	LF & LH	LF & LH
		Dag 2 efter	LF	LF
		Dag 8	LF	LF
6	LF	Dag 1 före	LF (lindrig)	Ingen hälsa
		Dag 1 efter	LF (lindrig)	LH
		Dag 2 före	Ingen hälsa	Ingen hälsa
		Dag 2 efter	Ingen hälsa	LH (lindrig)
		Dag 8	Ingen hälsa	LF

Aktivitetshalsband

På grund av mjukvaruprogramfel har resultatet från aktivitetshalsbanden tyvärr inte analyserats inom tidsramen för denna pilotstudie.

DISKUSSION

Under denna studie har 6 stycken halta hundar utvärderats med avseende på kinetiska parametrar och fysisk aktivitetsnivå. Evalueringen skedde med hjälp av en tryckmätningssmatta och aktivitetshalsband. Syftet med studien var att undersöka om TENS-behandling har en smärtlindrande effekt hos hundar med kronisk leddsmärta med avseende på halta och fysisk aktivitet. Den första frågeställning som undersöktes var om det var en skillnad i belastning av tassarna hos hundar efter behandling med TENS jämfört med innan behandling och jämfört med placebobehandling. När data från tryckmätningssmattan analyserats kunde vissa signifikanta skillnader ses både inom TENS-omgången före och efter behandling och mellan placebo och TENS-omgången vilket indikerar att TENS-behandlingens smärtlindrande effekt hos hund har en påverkan på hundens rörelsemönster. Ingen signifikant skillnad kunde ses inom placeboomgången. Att endast enstaka parametrar gav ett signifikant resultat kan bero på att TENS-behandlingens smärtlindrande effekt inte har tillräckligt stor påverkan på hundens rörelsemönster men även det begränsade materialet i denna pilotstudie. Ett större material skulle kunna ge fler signifikanta värden, exempelvis de värden som ligger nära signifikant nivå. Inför en större studie bör en poweranalys göras, detta gjordes inte inför denna pilotstudie då ett grundläggande syfte med studien var att förbereda inför en större studie.

När TENS- och placebobehandlingarna jämfördes med hänsyn till det halta benet erhöles ett signifikant resultat för differensberäkningarna nämligen dag 2 före behandling minus dag 8 för Peak Vertical Force (PVF). För dag 1 före behandling minus dag 8 sågs två p-värden nära 0,05 för PVF och Vertical Index (VI) (Tabell 7). Dessutom ses fler negativa medelvärden efter differensberäkningen för TENS än placebo även om detta inte alltid är signifikanta skillnader. Det negativa värdet tyder på att belastningen eller impulsen (beroende på parameter) har varit högre efter behandling än innan.

I resultatet av vilket ben som har behandlats i jämförelse med vilket eller vilka ben som hade en rörelseasymmetri enligt tryckmätningssmattan ses att tre av hundarna med huvudsaklig frambenshälta, hund tre, fyra och fem, upprepade gånger även hade en ipsilateral bakbenshälta. Då frambenshältor oftast har kontralaterala kompensatoriska bakbenshältor och bakbenshältor har ipsilaterala kompensatoriska frambenshältor (Fischer *et al.*, 2013; Uhlir *et al.*, 1997) kan detta tyda på att dessa tre hundar hade en primär bakbenshälta eller att de hade primära hältor i fler än ett ben. Om hältan i frambenet är en kompensatorisk hälta innebär det att fel ben har blivit behandlat. Hänsyn bör tas till att hundarna inte bara bedömdes visuellt innan behandling utan även genomgick en ortopedisk undersökning av en veterinär när det mest smärtsamma benet valdes så att fel ben har behandlats är mindre sannolikt men det är fortfarande möjligt med hälta på mer än ett ben.

Den andra frågeställningen i denna undersökning var om det är en ökad fysisk aktivitet hos hundar efter TENS-behandling jämfört med innan TENS-behandling. Detta kunde inte bekräftas då det uppstod ett mjukvaruprogramfel och data från aktivitetshalsbanden kunde inte analyseras inom tidsramen för denna pilotstudie. Det är värt att notera är att tidigare studier på barn med låg smärtintensitet inte har sett en korrelation mellan fysisk aktivitet och smärtintensitet (Nørgaard *et al.*, 2017). En tidigare studie på hundar har sett att TENS haft en smärtlindrande effekt och att de behandlade patienterna inte tappat lika mycket i muskelmassa

i det drabbade området (Sharifi *et al.*, 2007). Att muskelmassan bibehölls kan indirekt vara ett mått på ökad fysisk aktivitet hos den behandlade gruppen.

Vid valet av vilka parametrar som studerades togs hänsyn till rekommendationen att studera symmetrin mellan vänster och höger sida samt fram och bakben för att lokalisera och kategorisera hälta (LeQuang *et al.*, 2010). Tyvärr uppstod problem vid analys av 19 tryckmätningssmattefiler där endast enstaka symmetrivariabler kunde analyseras. En annan studie belyser att den procentuella kroppsviktsfördelningen är en mer tillförlitlig parameter (Kano *et al.*, 2016). Med hänsyn till detta och till avsaknaden av data från vissa variabler i 19 av filerna valdes Peak Vertical Force (PVF), Vertical Index (VI), Maximum Peak Pressure (MPP), Stride Velocity Symmetry (StV S) och Peak Vertical Force Symmetry (PVF S) ut för statistisk analys.

I en tidigare studie analyserades hundar med armbågsartros och friska hundar med hjälp av kraftmätningsskivor där PVF och VI undersöktes (Bockstahler *et al.*, 2009). Resultaten från den här pilotstudien överensstämmer nästan med Bockstahler *et al.*:s (2009) population med kliniskt friska hundar men en något högre PVF för samtliga ben ses i denna pilotstudie. Dock är det viktigt att ha i åtanke att studien av Bockstahler *et al.* (2009) är gjord med en kraftmätningsskiva och att resultaten från en kraftmätningsskiva kan ge en liten men signifikant resultatskillnad i sina resultat jämfört med tryckmätningsskivan (Sandberg *et al.*, 2018).

I en studie av Miqueleto *et al.* (2013) där schäfrar med höftledsdysplasi jämfördes med friska schäfrar sågs liknande värden av swing time (SwT) på halta hundar för vänster framben som i denna pilotstudie. Medan värdet från bakbenen i denna studie liknade de friska hundarnas bakben. En orsak till detta kan vara att olika raser belastar benen olika och i denna studie ingick inga schäfrar (Aristizabal Escobar *et al.*, 2017; Fischer *et al.*, 2013).

Jämfört med en studie på hundar med inducerad hälta (Fischer *et al.*, 2013) visade denna pilotstudie högre PVF (%BW) för samtliga ben. Dessutom sågs en betydligt större standardvariation i denna pilotstudie som dels kan bero på den lilla populationen men även att hastigheten under studien inte var kontrollerad, jämfört med studien av Fischer *et al.* (2013) där hundarna travade på ett löpband. När resultatet för PVF och IV jämförts med Volstad *et al.*s (2016) studie på kliniskt friska hundar var medelvärdet från samtliga omgångar av PVF för både placebo och TENS-behandlade hundar lägre. I den här studien varierar PVFs medelvärde mellan 77-90 %BW för frambenen och 47-52 %BW för bakbenen. I samma studie på friska hundar sågs PVF medelvärde för framben vara 104-108,3 %BW och för bakben 69,7-71,2 % BW (Volstad *et al.*, 2016). Jämförs resultatet med studier av friska hundar har de friska hundarna en högre PVF än hundarna i denna studie medan hundar med kliniska hältor har haft en lägre PVF än hundarna i denna studie. En orsak till detta kan vara att inom denna studie finns endast få hundar med hältor spridda mellan alla fyra ben, vissa av individerna har även rörelsestörningar på mer än ett ben vilket gör att de olika hältorna kan störa ut varandra. Ytterligare en anledning till att värdena varierar mellan olika studier är att olika raser använts. Olika raser har olika viktfordelning mellan sina fram och bakben vilket kan påverka resultatet i de olika studierna (Aristizabal Escobar *et al.*, 2017; Fischer *et al.*, 2013).

I en studie på hundar där två olika NSAIDs smärtlindrande effekt utvärderades sågs en trend att PVF ökade under behandlingstiden men resultatet var endast signifikant för det ena läkemedlet (Walton *et al.*, 2014). Resultatet från Walton *et al.* (2014) kommer från ett kraftplattesystem och PVF anges i newton per kilogram (N/kg) för samtliga tassar vid tre olika tillfällen under deras studie (dag 0, dag 42 samt dag 84). Om denna data räknas om i %BW och jämförs med PVF från alla ben summerade så överensstämmer data från dag 1 före behandling med deras nollvärde. Även övriga summeringar av PVF ligger i samma område som de behandlade hundarna i studien av Walton *et al.* (2014).

En viktig felkälla var att hundarna endast vägdes dag 1 under första omgången och sedan användes samma vikt för alla av registreringarna under kommande tre veckor. Eftersom variabler beroende av procentuella kroppsviktsfördelningen användes i majoriteten av den analyserade data kan en viktuppgång eller viktnedgång ge en skillnad i resultat då analys görs av endast ett ben. Detta bör dock inte spela någon roll för resultatet från symmetrivariableerna då dessa räknas ut av en kvot mellan olika ben och förhållandet mellan belastningen bör vara ungefär desamma även om hundens vikt har en lindrig variation. En måttlig till kraftig variation av vikt kan ge en större felkälla och en rekommendation inför kommande studier är att väga hunden i början av varje dag inför registrering. En ytterligare felkälla är en skillnad i hastighet mellan olika registreringar. Genom en visuell bedömning av värdena ses att placeboomgången generellt har en högre hastighet än TENS-omgången och då ökad hastighet ger en ökad belastning på tassarna så kommer dessa övriga värden att påverkas.

Det bör observeras att signifikansen är kontrollerad med parade T-test, vilket inte är den mest optimala metoden för denna data då detta test ej tar hänsyn till den tidsfaktor som finns i studien.

Hundarna i studien hade endast lindrig till måttlig hälta, ingen hund var så pass kraftigt smärtpåverkad att den inte klarade av att vara utan NSAID under behandlingsomgångarna men för en av hundarna så sattes NSAID in under wash-out perioden då hunden fick en förvärring av sin hälta och hunden inte skulle utsättas för onödigt lidande. Hunden fick två-dagars behandling i början av de två veckornas wash-out. Denna smärtlindrande dos kan ha påverkat hundens rörelsemönster inför placeboomgången.

Samtliga hundar har haft på sig utrustning för IMU-registrering vilket kan påverka hundarnas rörelsemönster. Men hundarna har haft samma utrustning på samtliga av registreringarna vilket innebär att eventuell påverkan på rörelsemönstret bör vara densamma på samtliga av registreringarna.

Inför kommande studier med Tekscans walkwaysystem har författaren följande rekommendationer för att minska risken för svåranalyserad data. Under början av denna studie fick hundarna springa upprepade gånger över mattan under samma registrering. Detta ledde till stora mängder data som tog lång tid att analysera och dessa filmer gav oftare avsaknad av värden än de kortare filmerna. Vid de kortare filmerna så fick hundarna trava en sträcka innan de passerade över mattan och passerade endast en gång över mattan under samma film. Under inspelningen är det även viktigt att notera att det finns två stycken sammanhängande stegcykler som registreras när hunden passerar över tryckmätningmattan. Detta är viktigt för att analys ska kunna utföras då minst två stegcykler behövs för det. Filmer med en icke korrekt passage

kan raderas direkt och tid behöver då inte läggas för att kontrollera dessa i samband med analys. Hunden bör trava fritt utan acceleration över mattan. I samband med inspelning av filmerna bör en loggbok föras där eventuella problem noteras, för ett exempel på detta se bilaga 4. Vid analys av filmerna rekommenderar författaren att filmer väljs utefter vilka som är bäst inspelade enligt loggböckerna. Det är även viktigt att analysera filmer med liknande hastighet då hastigheten påverkar variablerna. Författaren rekommenderar även att flera bra filmer sparas från en registrering för att minska risken för att vissa variabler inte går att analysera. Ytterligare ett råd är att kontrollera att filmerna sparats på datorn innan hunden går vidare till en eventuell behandling eller går hem.

Upplägget för TENS-behandlingen kan även optimeras för att förhoppningsvis ge ett tydligare resultat. För en större studie rekommenderar författaren att lära djurägarna själva behandla sina egna hundar då många fler hundar skulle kunna behandlas samtidigt och således skulle ett större material till studien kunna erhållas. Dessutom blir behandlingen mer flexibel för djurägaren då de inte behöver vara på samma ort under hela behandlingstillfället eftersom TENS-apparaten kan transporteras. Nackdelen med detta är att djurägaren är medveten om det sker en aktiv behandling eller inte. Men med en kontrollmetod som inte är beroende av djurägarens uppfattning av behandlingsresultatet (exempelvis tryckmätningssmatta, aktivitetshalsband eller IMU-teknik) bör inte detta anses som ett problem enligt författaren. Däremot är det viktigt att ta hänsyn till om djurägaren är blindad eller inte detta om exempelvis ett smärtformulär används som bedömning av behandlingsresultat. Ytterligare en sak att ha i åtanke om djurägaren själv behandlar sin hund är att den ansvariga för studien inte får samma kontroll över behandlingarna och det är av stor vikt att noggrant lära upp djurägarna hur en behandling ska gå till samt vikten att föra anteckningar under varje behandling där eventuella avvikelser noteras. En rekommendation från författaren är att djurägarna bör ha tillgång till en kontaktperson under hela behandlingen som kan svara på frågor och att det exempelvis finns möjlighet att komma in till en klinik eller djursjukhus och få ytterligare en genomgång av behandlingen vid behov.

Konklusion

Under denna pilotstudie kunde en ökad belastning efter TENS-behandling ses vilket stödjer teorin att TENS kan ha en smärtlindrande effekt men ytterligare studier behövs med en större population hundar för att kunna utvärdera om TENS-behandlingens smärtlindrande förmåga hos hundar har någon inverkan på hundens fysiska aktivitet och rörelsesymmetri.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Introduktion

Hälta på grund av långvarig smärta är vanligt bland våra hundar. Den vanligaste orsaken till detta är ledinflammation (artros) och oftast behöver hundarna behandlas livet ut med smärtstillande läkemedel. Många av de smärtstillande läkemedlen som finns tillgängliga är antingen rekommenderade för korttidsbehandling eller har många olika biverkningar. Vissa djur blir så pass sjuka av biverkningarna att de inte kan stå kvar på sin behandling och i de allvarligaste fallen kan djuren behöva avlivas när smärtan inte kan lindras. Behovet av alternativ till läkemedelsbehandling är stort och en väl undersökt metod som används på människor är transkutan elektrisk nervstimulering (TENS) men det finns få studier gjorda på hundar.

Syftet med den här studien är att undersöka om TENS kan användas som smärtlindring på hundar som är halta. Resultatet utvärderades genom att mäta rörelseasymmetrier med hjälp av en tryckmätningssmatta och fysisk aktivitet med hjälp av ett aktivitetsbands.

Litteratur

Vid en hältutredning vill veterinären först höra hur problemen började, vilka symptom hunden har och om hunden har haft tidigare problem (en anamnes). Efter detta görs en noggrann undersökning av hela hunden och veterinären tittar på hur hunden rör sig när den går och springer, oftast i gångarterna skritt och trav. Många hältor kan ses efter denna bedömning men inte alla och det finns brister i att bara kolla på hunden, framförallt om det är en otydlig hälta. Det som ses vid en hälta är ett stort rörelsemönster och hur det förändras beror på orsaken till hältan. Hältan kan vara orsakad av smärta, ex vid en skada eller inflammation, eller en mekanisk begränsning.

En tryckmätningssmatta är en platt rektangulär matta innehållande massor av trycksensorer. När en hund går eller springer över mattan registreras trycket från varje enskild tass. Det är bland annat trycket under tassens och tiden som tassens är i mattan som kan studeras. Denna data kan sedan jämföras för att se om exempelvis viktfordelningen skiljer sig åt mellan två olika tassar. Vid en hälta avlastar hunden det benet som den har ont i och detta kan då ses med hjälp av tryckmätningssmattan. Efter en behandling med smärtstillande läkemedel förväntas hunden belasta benet mer än när den hade ont.

Aktivitetsbands registrerar acceleration när hunden rör sig som sedan räknas om i ett mått på fysisk aktivitet. Denna information kan då användas för att skilja på olika intensitet i aktiviteter.

TENS, eller transkutan elektrisk nervstimulering, är en behandlingsmetod där ström skickas in som pulser genom huden till underliggande nerver. Strömmen tros ge smärtlindring genom att den elektriska signalen blockerar smärtsignalerna under överföringen mellan två nerver. Dessutom verkar TENS-behandling ge en opioid-effekt så att smärtlindringen inte bara sker lokalt.

Material & metoder

I denna studie har sex stycken hundar behandlats i två olika omgångar, ena gången har de fått TENS-behandling och den andra gången placebo (inaktiv TENS-behandling). Varje omgång bestod av sju dagars behandling i 40 minuter en gång om dagen. Hundarna har haft aktivitetshalsbanden på sig hela tiden från minst en vecka innan första behandlingsdagen till den sista behandlingsdagen. Registreringar på tryckmätningssmattan gjordes dag 1 före och efter behandling, dag två före och efter behandling och dag åtta (dagen efter sista behandling).

Data från tryckmätningen jämfördes där registreringar innan behandling jämfördes med registreringar efter behandling för att se om belastningen ökar, minskar eller är likadan. Även jämförelser mellan TENS och Placebo omgången gjordes.

Resultat & Diskussion

Då studien innehåller så pass få hundar (sex stycken) är det svårt att dra slutsatser från resultatet. Men det går att ana att TENS-behandlingen har en smärtstillande effekt då bland annat två av belastningsvärdena från tryckmätningssmattan ökade mer efter behandling med TENS än vad de gjorde efter placebobehandlingen.

Tyvärr har inte mjukvaruprogrammet som ska omvandla data från aktivitetshalsbanden till mått på fysisk aktivitet fungerat och resultatet från aktivitetshalsbanden har ännu inte kunnat studeras.

Slutsats

I denna pilotstudie sågs att smärtlindring med hjälp av TENS hade en positiv effekt på belastning hos hund. Fler studier behövs på en större studiegrupp för att kunna ge en säkrare utvärdering och se fler och större skillnader i resultatet.

REFERENSER

- Agria (2010). *Därför besöker hunden veterinären*. <http://www.agria.se/hund/artiklar/sjukdomar-och-skador/tio-vanligaste-orsakerna-till-veterinarbesok/> [2018-11-13].
- Aristizabal Escobar, A.S., de Souza, A.N.A., de Campos Fonseca Pinto, A.C.B. & Matera, J.M. (2017). Kinetic gait analysis in English Bulldogs. *Acta Veterinaria Scandinavia*, 59:1-5 <https://doi.org/10.1186/s13028-017-0344-6> [2018-10-28]
- Bessou, P. & Perl, E.R., (1969). Response of cutaneous sensory units with unmyelinated fibers to noxious stimuli. *Journal of Neurophysiology*, 32: 1025–1043.
- Bockstahler, B.A., Vobornik, A., Müller, M. & Peham, C. (2009). Compensatory load redistribution in naturally occurring osteoarthritis of the elbow joint and induced weight-bearing lameness of the forelimbs compared with clinically sound dogs. *Veterinary Journal (London England 1997)*, 180:202–212.
- Caron-Lormier, G., England, G.C.W., Green, M.J. & Asher, L., (2016). Using the incidence and impact of health conditions in guide dogs to investigate healthy ageing in working dogs. *The Veterinary Journal*, 207:124–130.
- Cavagna, G., Saibene, F. & Margaria, R. (1961). A three-directional accelerometer for analyzing body movements. *Journal of Applied Physiology*, 16:191–191.
- Chen, F.-C., Jin, Z.-L. & Wang, D.-F. (2018). A retrospective study of transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic pain following ankylosing spondylitis: *Medicine (Baltimore)*, 97:1-3. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011265> [2018-09-24]
- DeCamp, C.E. (1997). Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 27:825–840
- Fischer, S., Anders, A., Nolte, I. & Schilling, N. (2013). Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness. *Veterinary Journal (London England 1997)*, 197:746–752.
- Gillette, R.L. & Angle, T.C. (2008). Recent developments in canine locomotor analysis: A review. *The Veterinary Journal*, 178:165–176.
- Innes, J.F., Clayton, J. & Lascelles, B.D.X. (2010.) Review of the safety and efficacy of long-term NSAID use in the treatment of canine osteoarthritis. *Veterinary Record*, 166:226–230.
- John, D. & Freedson, P. (2012). Actigraph and actual physical activity monitors: a peek under the hood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44:S86–S89.
- Kano, W.T., Rahal, S.C., Agostinho, F.S., Mesquita, L.R., Santos, R.R., Monteiro, F.O.B., Castilho, M.S. & Melchert, A. (2016). Kinetic and temporospatial gait parameters in a heterogeneous group of dogs. *BMC Veterinary Research*, 12:1-9. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0631-2> [2018-10-28]
- Kong, X. & Gozani, S.N. (2018). Effectiveness of fixed-site high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation in chronic pain: a large-scale, observational study. *Journal of Pain Research*, 11:703-814.
- Lascelles, B.D.X., Roe, S.C., Smith, E., Reynolds, L., Markham, J., Marcellin-Little, D., Bergh, M.S. & Budberg, S.C. (2006). Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67:277–282.
- LeQuang, T., Maitre, P., Roger, T. & Viguier, E. (2010). Is a pressure walkway system able to highlight a lameness in dog?, In: Lim, C.T., Goh, J.C.H. (Eds.), *6th World Congress of Biomechanics (Wcb 2010)*, New York: Springer. 31:1-3.
- Levine, D. & Bockstahler, B. (2014). Electrical stimulation, In: Millis, D. & Levine, D. (Eds.), *Canine Rehabilitation and Physical Therapy (Second Edition)*. 342–358.

- Lindberg, R. (2011). *Hur rör sig polisens tjänstehundar?* Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi/Veterinärprogrammet (Examensarbete 2011:58)
- MacFarlane, P.D., Tute, A.S. & Alderson, B. (2014). Therapeutic options for the treatment of chronic pain in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 55:127–134.
- Mele, E. (2007). Epidemiology of osteoarthritis. *Veterinary Focus*, 17:4-10.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150:971–979.
- Menezes, M.A., Pereira, T.A.B., Tavares, L.M., Leite, B.T.Q., Neto, A.G.R., Chaves, L.M.S., Lima, L.V., Da Silva-Grigolotto, M.E. & DeSantana, J.M. (2018). Immediate effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) administered during resistance exercise on pain intensity and physical performance of healthy subjects: a randomized clinical trial. *European Journal of Applied Physiology*, 118:1941–1958.
- Miller, J. (2013) *ActiGraph - Accelerometer Technologies, Specifications, and Limitations*. URL <https://www.actigraphcorp.com/white-papers/> [2018-11-11]
- Miqueleto, N.S.M.L., Rahal, S.C., Agostinho, F.S., Siqueira, E.G.M., Araújo, F. a. P. & El-Warrak, A.O. (2013). Kinematic analysis in healthy and hip-dysplastic German Shepherd dogs. *Veterinary Journal (London England 1997)* 195: 210–215.
- Morrison, R. (2015). *Physical Activity and Sedentary Behaviour in Humans and Pet Dogs* Diss. University of Glasgow
- Nørgaard, M., Lomholt, J.J., Thastum, M., Herlin, M., Twilt, M. & Herlin, T. (2017). Accelerometer-assessed daily physical activity in relation to pain cognition in juvenile idiopathic arthritis. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 46:22–26.
- Perry, K.L. (2016). Tips and tricks when faced with a non-localisable lameness. *Companion Animal*, 21:408–414.
- Polat, C.S., Dogan, A., Ozcan, D.S., Koseoglu, B.F., Akselim, S.K. & Onat, S.S. (2017). The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in knee osteoarthritis with neuropathic pain component: A randomized controlled study. *Turk Osteoporoz Dergisi -Turkish Journal of Osteoporosis*, 23:47–51
- Rialland, P., Bichot, S., Moreau, M., Guillot, M., Lussier, B., Gauvin, D., Martel-Pelletier, J., Pelletier, J.-P. & Troncy, E., (2012). Clinical validity of outcome pain measures in naturally occurring canine osteoarthritis. *BMC Veterinary Research* 8:1-12. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-162> [2018-09-16]
- Sandberg, G., Torres, B., Berjeski, A. & Budsberg, S. (2018). Comparison of simultaneously collected kinetic data with force plates and a pressure walkway. *Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology*, 31:327–331.
- Sharifi, D., Bakhtiari, J., Sarhadi, M., Dadmehr, B. & Tagavi, H.R. (2007). Comparative use of electromyography in the evaluation of electroacupuncture and transcutaneous electrical neural stimulation (TENS) effect on regeneration of sciatic nerve in dog. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 2:14–23.
- Sluka, K.A., Bailey, K., Bogush, J., Olson, R. & Ricketts, A. (1998). Treatment with either high or low frequency TENS reduces the secondary hyperalgesia observed after injection of kaolin and carrageenan into the knee joint. *Pain*, 77:97–102.
- Sluka, K.A., Deacon, M., Stibal, A., Strissel, S. & Terpstra, A. (1999). Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 289:840–846
- Tekscan, (n.d). (2018). *Medical Sensor 7101QL*. <https://www.tekscan.com/products-solutions/medical-sensors/7101ql> [2018-11-19]
- Uhlir, C., Licka, T., Kübber, P., Peham, C., Scheidl, M. & Girtler, D. (1997). Compensatory movements of horses with a stance phase lameness. *Equine Veterinary Journal*, 29:102–105.

- Volstad, N., Nemke, B. & Muir, P. (2016). Variance associated with the use of relative velocity for force platform gait analysis in a heterogeneous population of clinically normal dogs. *Veterinary Journal (London England 1997)*, 207:80–84.
- Wall, P.D. & Sweet, W.H. (1967). Temporary abolition of pain in man. *Science*, 155:108–109.
- Walton, M.B., Cowderoy, E.C., Wustefeld-Janssens, B., Lascelles, B.D.X. & Innes, J.F. (2014). Mavacoxib and meloxicam for canine osteoarthritis: a randomised clinical comparator trial. *Veterinary Record*, 175:280–280.
- Yam, P.S., Penpraze, V., Young, D., Todd, M.S., Cloney, A.D., Houston-Callaghan, K.A. & Reilly, J.J. (2011). Validity, practical utility and reliability of Actigraph accelerometry for the measurement of habitual physical activity in dogs. *Journal of Small Animale Practice*, 52:86–91.
- Yongjun Zhu, Yuxing, F. & Lihua Peng (2017). Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2017:700–704.
- Zhang, L., Shao, X., Zhou, C., Guo, X., Jin, L., Lian, L., Yu, X., Dong, Z., Mo, Y. & Fang, J. (2014). Transcutaneous electrical nerve stimulation regulates organ blood flow and apoptosis during controlled hypotension in dogs. *PLoS ONE* 9: e94368.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094368> [2018-11-13]
- Zhang, Y., Liu, S., Zhang, Y.-Q., Goulding, M., Wang, Y.-Q. & Ma, Q. (2018). Timing mechanisms underlying gate control by feedforward inhibition. *Neuron*, 99:941-955.

BILAGOR

Bilaga 1 - Djurägarmedgivande

DJURÄGARFÖRSÄKRAN

”Utvärdering av smärtlindrande effekt av Transkutan Neuromuskulär Stimulering (TENS)”

Artros är en vanlig orsak till hälta hos hund. Tillståndet är ofta smärtsamt och smärtlindrande behandling kan vara livslång. Det är inte ovanligt att medicinska behandlingar riskerar att ge biverkningar, t.ex. mag-tarmproblem, som kan vara lika besvärande som huvudproblemet och göra det svårt att smärtlindra djuret i hemmet. Transkutan Neuromuskulär Stimulering (TENS) har länge använts som smärtlindring på humansidan. En elektrisk ström leds genom två elektroder som fästs på huden över det smärtande området. Strömmen aktiverar kroppens egna smärtlindrande system, bl.a. genom frisättning av kroppsegna endorfiner. Den kortvariga smärtlindrande effekten har studerats tidigare, men fler studier krävs för att konfirmera dessa och för att utvärdera en eventuell långvarig effekt. Om man kan uppnå smärtlindring under en längre period med TENS så skulle metoden kunna användas i fall då medicinsk behandling inte är ett alternativ och på detta sätt ge dessa hundar en bättre livskvalité.

Syfte

Syftet med studien är att utvärdera den smärtlindrande effekten av Transkutan Neuromuskulär Stimulering på kort och lång sikt, hos hundar med artros. Effekten kommer att utvärderas med bla rörelseanalysteknik (IMU-teknik), tryckmätningssmatta, smärtformulär, aktivitetsbandsband.

Datum

10 september infoträff omgång 1,

Under 24-27 september dag 1 och 2, omgång 1

1 okt avslut omgång 1

Under 15-18 okt dag 1 och 2, omgång 2

22 okt. avslut hela försöket

Försöksupplägg

Start av förberedelse för försöket.

Informationsträff

Djurägaren kommer på informationsträff (skriftlig och muntlig information om studien samt fylla i djurägarförsäkran och smärtformulär). Djurägaren får en dagbok för registrering av hundens aktiviteter samt ev. ätande av smärtlindrande läkemedel. Hunden rakas på behandlingsområdet och får ett aktivitetsbandsband.

Start av själva försöket

Dag 1 (ca 2 timmar)

Moment	Tid
Urinprov i hemmet. Repetition info	10 min
Ev kompl rakning tens ställe	5 min

Promenad, hältkoll,	5 min
Påklädning	5 min
Rörelseregistrering före beh	10 min
Avklädning	5 min
Mätning algometer, goniometer	10 min
Behandling med tens	45 min
Påklädning	5 min
Rörelseregistrering direkt efter beh	10 min
Avklädning	5 min
Urinprov+algometer, goniometer	10 min
Avslut dag 1	

Dag 2 (ca 1,5 timmar)

Moment	Tid
Urinprov hemma	
promenad, hältkoll	5 min
Påklädning	5 min
Rörelseregistrering före beh	10 min
Avklädning	5 min
Mätning algometer, goniometer	10 min
Behandling med tens	45 min
Avslut dag 2	

Behandling, dag 3-7, 40 min/dag

Dag 8 (högst en timme)

Moment	Tid
Urinprov hemma innan hunden kommer till kliniken, Insamling olika protokoll, halsband, lm, dagbok	10 min
Promenad, hältkoll	5 min
Påklädning	5 min
Rörelseregistrering före beh	10 min
Algometer+goniometer	10 min

Tack och hej till nästa omgång som startar 15 okt

Wash- out period på 14 dagar och sedan upprepas försöket en gång.

Etiskt godkännande

Diarienummer: C148/13

Medgivande

Jag är medveten om att jag när som helst kan välja att avbryta deltagandet i studien.

Studien innebär inga komplikationer för hunden men skulle dessa trots detta uppkomma så kommer hunden att behandlas enligt gängse veterinärrutiner.

Underskrift

Djurägare

Hundnamn

Datum

Kontaktpersoner

Leg vet Anna Bergh

Leg vet Anja Pedersen

Bilaga 2 – Instruktioner vid TENS behandling

Instruktioner vid TENS behandling



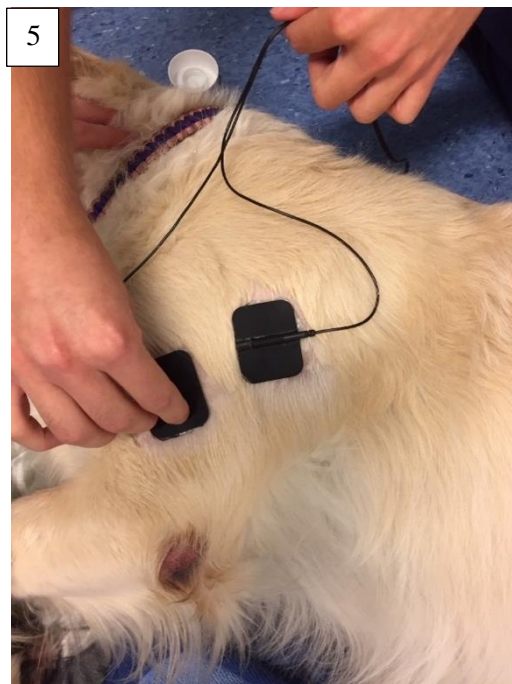
1. Fukta ett papper.



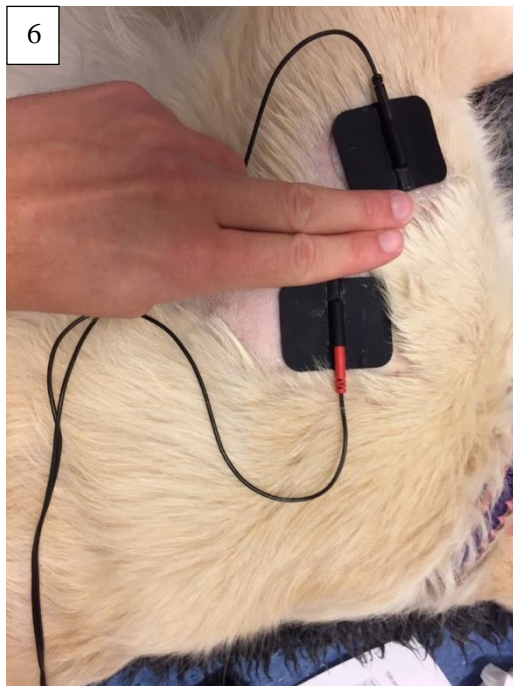
2. Fukta det rakade hudpartiet med vatten. Var noga med att det bara är de rakade ytorna som blir blöta.



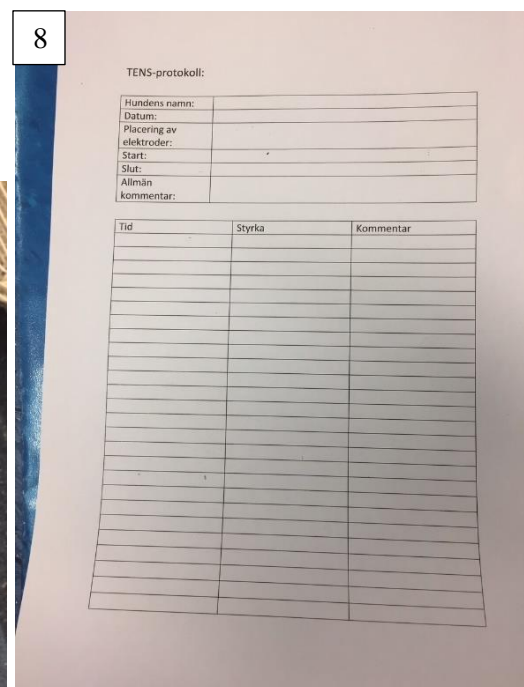
3. Sätt rikligt med gel på hela ytan på elektroderna (den yta som inte har kabelfäste). Smeta ut gelen så att hela ytan täcks.



4-5. Fäst elektroderna på de klippta hudpartierna så att de ligger dikt an mot hunden. Det ska inte vara någon del av elektroderna som inte har gel på sig och det får inte finnas luft mellan elektroden och huden.



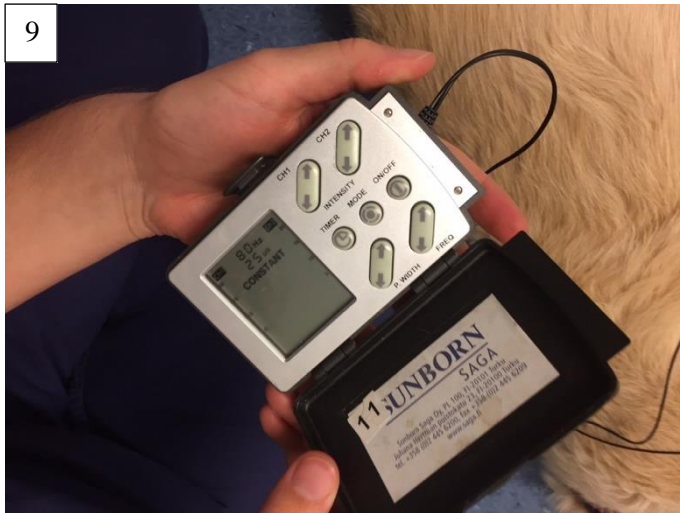
6. Se till att det är minst två fingersbredder mellan elektrodernas kant.



7. Sätt in kabeln i uttaget markerar CH1 (Kanal 1).

8. Fyll i TENS protokollet, skriv in hundnamn, datum, tid samt strömstyrka. Notera tiden och strömstyrka då du ändrar strömstyrkan. Behandlingen ska vara 40 minuter.

9



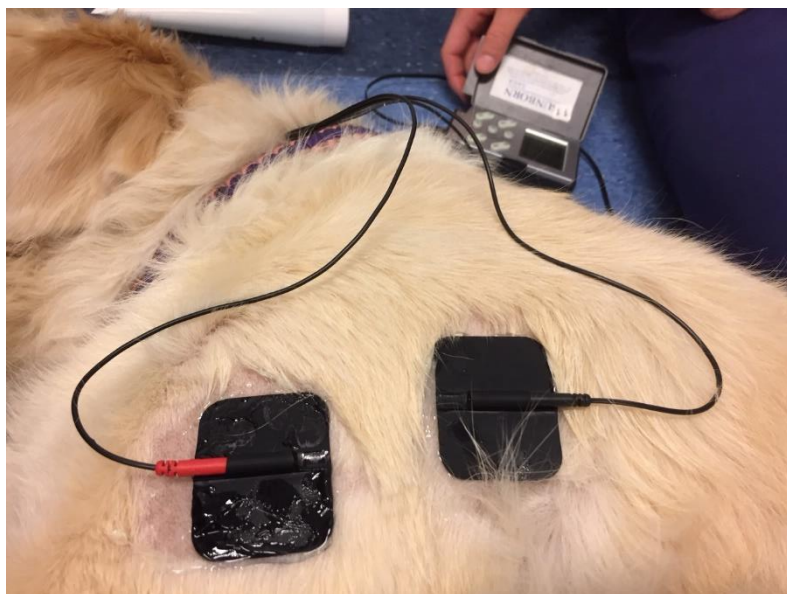
9. Slå på TENS apparaten. Den ska stå på 80Hz och 100 mikrosekunder (μ s) samt konstant. Behandlingstiden är 40 minuter.

10

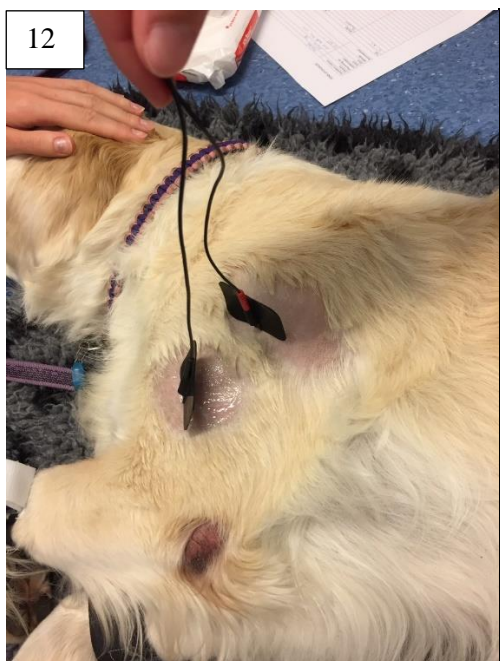


10. Slå på strömmen med pilarna för CH1, "uppåtpil" ökar strömstyrkan, "nedåtpil" minskar strömstyrkan. Öka strömstyrkan till dess du känner små ryckningar i huden alternativt att hunden visar att den tycker att det känns konstigt. Om hunden reagerar så minska strömstyrkan något.

11



11. Prova att öka strömstyrkan under behandlingstiden, men om det blir obekvämt för hunden, gå ner i strömstyrka.



12-13. Stäng av TENS apparaten. Koppla ur kabeln och skölj av elektroderna med varmt vatten så att all gel försvinner.

14



14. Torka av huden med våtservetter.

Bilaga 3 – Resultat från Tryckmätningssmatta

Tabell 1-6 innehåller resultatet från tryckmätningssmattan för respektive hund på det halta benet. En tabell innehåller resultat från TENS- eller placebobehandling för antingen Peak Vertical Force (PVF), Vertical Index (VI) eller Maximum Peak Pressure (MPP).

Tabell 1. Resultat för det halta benet, Peak Vertical Force (PVF) vid TENS-behandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1		36,4	39,2	34,8	46,5
Hund 2	45,1	47,7	41,5	49,1	46,3
Hund 3	65	74,8	66,9	76	74,2
Hund 4	53,6		51,8	55,7	62,5
Hund 5	84,6	83,8	87,5	84,6	80,3
Hund 6	89,1	90,1	90,6	99,3	92,3
Medelvärde	67,48	66,56	62,92	66,58	67,02
SD ±	19,11	23,37	22,50	24,16	18,64

Tabell 2. Resultat för det halta benet, Vertical Index (VI) vid TENS-behandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1		3,5	5,3	3,8	5,1
Hund 2	4,4	4,2	3,5	4,2	3,5
Hund 3	4,5	5,4	5,0	5,1	5,2
Hund 4	8,2		9,5	9,1	10,8
Hund 5	10,9	10,5	11,1	11,0	10,1
Hund 6	9,9	9,4	10,7	11,9	10,4
Medelvärde	7,58	6,6	7,52	7,52	7,52
SD	3,02	3,16	3,30	3,59	3,26

Tabell 3. Resultat för det halta benet, Maximum peak pressure (MPP) vid TENS-behandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1		152	147	150	168
Hund 2	132	134	148	143	143
Hund 3	110	116	108	125	123
Hund 4	211		200	205	236
Hund 5	261	281	240	232	239
Hund 6	337	361	353	402	341
Medelvärde	210,20	208,88	199,33	209,50	208,33
SD	93,29	107,08	88,30	102,65	80,60

Tabell 4. Resultat för det halta benet, Peak Vertical Force (PVF) vid placebobehandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1	48,0	35,0	46,8	48,2	47,9
Hund 2	42,6	44,2	45,0	42,4	46,4
Hund 3	69,4	73,6	72,5	66,3	61,5
Hund 4	57,4	56,5	57,7	61,0	56,9
Hund 5	85,0	85,0	81,9	67,4	68,2
Hund 6	90,8	96,1	95,7	92,5	81,6
Medelvärde	56,53	65,07	66,6	66,3	60,42
SD	19,66	23,86	20,27	20,29	13,24

Tabell 5. Resultat för det halta benet, Vertical Index (VI) vid placebobehandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1	5,1	3,3	5	5,1	6,1
Hund 2	3,5	3,3	3,5	3	3,1
Hund 3	4,9	5,0	5,6	4,6	4,8
Hund 4	9,3	8,7	9,3	10,4	9,6
Hund 5	10,4	10,8	10,5	10,7	8,8
Hund 6	10,5	9,7	10,4	9,9	9,0
Medelvärde	7,28	6,80	7,32	7,28	6,90
SD	3,13	3,34	3,15	3,42	2,64

Tabell 6. Resultat för det halta benet, Maximum peak pressure (MPP) vid placebobehandling. Före = innan behandling, Efter = Efter behandling, SD = Standardavvikelse

	Dag 1 Före	Dag 1 Efter	Dag 2 Före	Dag 2 Efter	Dag 8
Hund 1	181	157	193	210	182
Hund 2	128	140	134	140	140
Hund 3	113	115	109	127	98
Hund 4	232	211	215	236	211
Hund 5	261	245	255	276	264
Hund 6	340	373	405	335	307
Medelvärde	109,17	260,83	218,50	220,67	200,37
SD	85,97	94,31	105,74	79,70	77,46

Bilaga 4 - Loggbok för datainsamling med Tryckmätningsmatta och IMU

HUND: 

Datum: 77

22

[illegible]